

(19)



KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020030033601 A
(43)Date of publication of application: 01.05.2003

(21)Application number: 1020010065670
(22)Date of filing: 24.10.2001

(71)Applicant: SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.
(72)Inventor: KIM, HO JIN
KIM, SEONG JIN
KIM, YEONG SU
LEE, JONG HYEOK

(51)Int. Cl H04B 7/02

(54) MOBILE COMMUNICATION DEVICE INCLUDING TRANSCEIVING MULTIPLE ANTENNAS AND METHOD THEREFOR

(57) Abstract:

PURPOSE: A mobile communication device including transceiving multiple antennas and a method therefor are provided to feed back long-term and short-term information by reflecting downward characteristics of space channels from mobile stations to a base station, so as to minimize the influence by fading, interleaving and noise and maximize transmission data capacity.

CONSTITUTION: Mobile stations measure the first characteristic from PICHs(Pilot CHannel) transmitted from a base station, and decide long-term information and short-term information by reflecting correlation characteristics of channels according to transmitting and receiving antennas from the measured first characteristic, then convert the decided long-term and short-term information to feedback signals to transmit the feedback signals to the base station(30). The base station restores the long-term and short-term information from the feedback signals received from the mobile stations, and processes DPCHs (Dedicate Physical CHannels) using basis information generated from the restored long-term and short-term information, then transmits a result of adding the processed DPCHs and PICHs to the mobile stations (32), wherein the mobile stations include at least one receiving antenna, and the base station includes at least one transmitting antenna.

© KIPO 2003

Legal Status

(19)대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7
H04B 7/02

(11) 공개번호 특2003-0033601
(43) 공개일자 2003년05월01일

(21) 출원번호 10-2001-0065670
(22) 출원일자 2001년10월24일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 팔달구 매탄3동 416번지

(72) 발명자 김성진
경기도수원시팔달구영통동청명마을주공아파트404동1201호

이중혁
인천광역시남구용현1동31-15

김호진
서울특별시강남구압구정동현대아파트62동405호

김영수
경기도성남시분당구미금동까치마을1단지대우아파트109동2401호

(74) 대리인 이영필
이해영

심사청구 : 없음

(54) 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법

요약

송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법이 개시된다. 이 장치의 기지국은 제1 특성을 반영하여 이동국에서 결정된 장기 및 단기 정보들을 이동국으로부터 수신한 궤환 신호로부터 복원하고, 복원된 장기 및 단기 정보들로부터 생성한 베이스 정보를 이용하여 전용 물리 채널 신호들을 공간적으로 처리하고, 공간적으로 처리된 결과와 파일럿 신호들을 가산한 결과를 이동국으로 전송하는 것이 바람직하며, 이동국은 적어도 하나의 송신 안테나를 갖고, 기지국은 적어도 하나의 수신 안테나를 갖고, 제1 특성은 송신 및 수신 안테나별 하향 채널의 특성에 해당하는 것을 특징으로 한다. 그러므로, 공간 채널의 하향 특성을 반영한 장기 및 단기 정보들을 이동국으로부터 기지국으로 궤환시키므로, 페이딩, 간섭 및 잡음의 영향을 최소화시킬 수 있을 뿐만 아니라 전송 데이터량을 최대화시킬 수 있는 효과를 갖는다.

대표도

도 11

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 이동 통신 장치의 개략적인 블록도이다.

- 도 2는 도 1에 도시된 이동 통신 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 제30 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.
- 도 4는 도 1에 도시된 제1, 제2, ... 또는 제X 이동국의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.
- 도 5는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.
- 도 6은 도 4에 도시된 장기 정보 결정부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.
- 도 7는 도 5에 도시된 제92 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.
- 도 8은 도 3에 도시된 제44 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.
- 도 9는 도 4에 도시된 단기 정보 결정부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.
- 도 10는 도 2에 도시된 제32 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.
- 도 11은 도 1에 도시된 기지국의 본 발명에 의한 일 실시예의 블록도이다.
- 도 12는 도 10에 도시된 제152 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.
- 도 13은 도 11에 도시된 베이스 정보 생성부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.
- 도 14는 도 13에 도시된 베이스 값 계산부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.
- 도 15는 도 13에 도시된 베이스 벡터 계산부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.
- 도 16은 도 10에 도시된 제154 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예를 설명하기 위한 플로우차트이다.
- 도 17은 도 11에 도시된 이득 조정부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.
- 도 18은 도 11에 도시된 베이스 벡터 적용부의 본 발명에 의한 실시예의 블록도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동 통신에 관한 것으로서, 특히, 페이딩, 간섭 및 잡음의 영향을 최소화시킬 수 있는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법에 관한 것이다.

차세대 이동 통신 시스템은 현재 PCS 이동 통신 시스템과 달리 보다 고속의 데이터를 전송한다. 유럽, 일본은 비동기 방식인 광 대역 코드 분할 다중 접속(W-CDMA: Wideband Code Division Multiple Access) 방식을, 북미는 동기 방식인 CDMA-2000(다중 반송파 코드 분할 다중 접속) 방식을 무선 접속 규격으로 표준화하고 있다.

일반적으로 이동 통신 시스템은 한 기지국을 통해 여러 이동국들이 교신하는 형태로 구성된다. 이동 통신 시스템에서 데이터를 고속으로 전송하기 위해서 페이딩(fading)과 같은 이동 통신 채널의 특성에 따른 손실 및 사용자별 간섭을 최소화해야 한다. 페이딩의 영향으로 통신이 불안정하게 되는 것을 방지하기 위한 방식으로 다이버시티 방식을 사용하며, 이러한 다이버시티 방식들중 하나인 공간 다이버시티(space diversity) 방식은 다중 안테나를 이용한다.

한편, 다중 안테나를 사용하면 사용자들간의 간섭을 최소화할 수 있기 때문에 향후 이동 통신 시스템은 다중 안테나를 필수적으로 사용한다. 다중 안테나를 이용하여 페이딩을 극복하는 다이버시티 방식중 전송단의 용량을 높이기 위

해 사용 되는 전송 다중 안테나 시스템은 차세대 이동 통신의 특성 상 전송 방향의 대역폭을 많이 요구한다.

고속 데이터를 전송을 하기 위해, 일반적인 이동 통신 시스템은 채널 특성들중에서 통신 성능에 가장 심각한 영향을 미치는 특성들중 하나인 페이딩을 잘 극복해야 한다. 왜냐하면, 페이딩은 수신 신호의 진폭을 수 dB에서 수십 dB까지 감소시키기 때문이다. 페이딩을 잘 극복하기 위해서 여러 가지 다이버시티 기술이 사용된다. 일반적인 CDMA 방식은 채널의 지연 분산(delay spread)을 이용해 다이버시티 수신하는 레이크(Rake) 수신기를 채택하고 있다. 레이크 수신기는 다중 경로(multi-path) 신호를 수신하는 수신 다이버시티 기술이다. 그러나, 이 다이버시티 기술은 지연 분산이 작은 경우 동작하지 않는 단점을 갖는다.

간섭(Interleaving)과 코딩을 이용하는 시간 다이버시티(time diversity) 방식은 도플러 스프레드(Doppler spread) 채널에서 사용된다. 그러나, 이 방식은 저속 도플러 채널에서 이용되기 어려운 문제점을 갖는다. 지연 분산이 작은 실내 채널과 저속 도플러 채널인 보행자 채널에서 페이딩을 극복하기 위해 공간 다이버시티가 사용된다. 공간 다이버시티는 두 개 이상의 안테나들을 사용하는 방식으로, 한 안테나에 의해 전달된 신호가 페이딩에 의해 감쇄된 경우, 다른 안테나를 이용해 그 신호를 수신하는 방식이다. 공간 다이버시티는 수신 안테나를 이용하는 수신 안테나 다이버시티와 송신 안테나를 이용하는 송신 안테나 다이버시티로 나뉜다. 이동국의 경우 면적과 비용 측면에서 수신 안테나 다이버시티를 설치하기 힘들기 때문에, 기지국의 송신 안테나 다이버시티 사용이 권장된다.

송신 안테나 다이버시티는 이동국으로부터 다운 링크(downlink) 채널 정보를 기지국이 제환 받는 폐루프(closed loop) 전송 다이버시티와 이동국으로부터 기지국으로 제환이 없는 개루프(open loop) 전송 다이버시티가 있다. 전송 다이버시티는 이동국에서 채널의 위상과 크기를 측정하여 최적의 가중치를 찾는다. 기지국은 채널의 크기와 위상을 측정하기 위해 안테나 별로 구분되는 파일럿 신호를 보내야 한다. 이동국은 파일럿 신호를 통해 채널의 크기 및 위상을 측정하고 측정된 채널의 크기 및 위상 정보로부터 최적의 가중치를 찾는다.

한편, 송신 안테나 다이버시티에서 안테나 수가 증가하면 다이버시티 효과 및 신호 대 잡음비는 계속 향상되지만, 다이버시티 효과의 개선 정도는 기지국에서 사용하는 안테나들의 개수(또는, 신호가 전송되는 경로)가 증가함에 따라 즉, 다이버시티의 정도가 증가함에 따라 계속 줄어든다. 그러므로, 많은 회생을 통해 매우 개선된 다이버시티 효과를 얻는 것이 반드시 바람직한 방법이라고 할 수 없다. 따라서 다이버시티 효과를 개선시키는 것보다 간섭 신호의 전력을 최소화시키고 내부 신호의 신호 대 잡음비를 최대화시키는 방향으로 기지국에서 사용하는 안테나의 개수를 증가시키는 것이 바람직하다.

다이버시티 효과 뿐만 아니라 간섭 및 잡음에 의해 내부 신호가 받는 영향을 최소화시키는 빔 포밍 효과를 고려한 전송 적응 어레이(array) 안테나 시스템을 '다운 링크 빔포밍(beamforming) 시스템'이라 한다. 이 때, 전송 다이버시티와 마찬가지로 제환 정보를 이용하는 시스템을 '폐루프 다운 링크 빔포밍 시스템'이라 한다. 이동국으로부터 기지국으로 제환되는 정보를 이용하는 폐루프 다운 링크 빔포밍 시스템은, 제환 채널의 대역 폭이 충분하게 확보되어 있지 않다면 채널 정보의 변화를 잘 반영하지 못해 통신 성능을 열화시키는 문제점을 갖는다.

유럽 방식 IMT-2000 표준화 단체인, 3GPP(Generation Partnership Project) R(Relase)99 버전은 2개 안테나들을 위한 폐 루프 전송 다이버시티 방식으로 전송 안테나 어레이(TxAA) 제1 모드 및 제2 모드를 채택하고 있다. 여기서, TxAA 제1 모드는 노키아에서 제안한 것으로 두 안테나들의 위상차만을 제환시키고 TxAA 제2 모드는 모토로라에서 제안한 것으로 두 안테나들의 위상 뿐만 아니라 이득도 제환시킨다. TxAA 제1 모드 및 제2 모드는 유럽 방식 IMT-2000표준인 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System) 시스템을 위한 표준화 단체 3GPP에서 정한 명세(specification)에 개시되어 있다.

폐 루프 전송 다이버시티 방식의 TxAA 제1 모드 또는 제2 모드는 적응 어레이 안테나를 사용하며 전송 적응 어레이 안테나들 각각에 다른 복소수(complex)값에 해당하는 가중치를 인가하도록 구성된다. 적응 어레이 안테나에 인가되는 가중치는 전송 채널과 관계된 값으로서 예를 들면 $w = h * (w \text{ 와 } h \text{ 는 벡터이다.})$ 를 사용한다. 이하, 굵은 글씨체로 표시된 것은 벡터를 표시하고, 굵은 글씨체로 표시되지 않은 것은 스칼라를 표시한다. 여기서, h 는 전송 어레이 채널이고 w 는 전송 어레이 안테나 가중치 벡터이다.

일반적으로, 이동 통신 시스템들 중 주파수 분할 듀플렉스(FDD:Frequency Division Duplex)를 사용하는 방식은 전송 채널과 수신 채널의 특성이 다르기 때문에 기지국에서 전송 채널(h)을 알기 위해서 전송 채널 정보를 제환시켜야 한다. 이를 위해 TxAA 제1 모드 또는 제2 모드는 채널 정보(h)로부터 구하게 될 가중치(w) 정보를 이동국이 구하여 기지국으로 보내도록 구성되어 있다. TxAA 제1 모드는 가중치($w = [|w_1| \exp(j\theta_1), |w_2| \exp(j\theta_2)]$)(w_1 과 w_2 는 스칼라이다.) 정보 중 위상 성분에 해당하는 $\theta_2 - \theta_1$ 부분만 두 비트로 양자화하여 제환시킨다. 따라서, 위상의 정밀도는 $\pi/2$ 가 되고 양자화 오류는 최대 $\pi/4$ 가 된다. 제환의 효율성을 높이기 위해 매 순간 두 비트들 중 한 비트만 갱신(update)하는 정제(refine) 방법을 사용한다. 예를 들면 두 비트들의 조합으로서 $\{b(2k), b(2k-1)\}$, $\{b(2k), b(2k+1)\}$ (여기서, b 는 매 순간 슬롯(slot) 단위로 제환되는 비트를 의미한다)이 가능하도록 한다. TxAA 제2 모드는 가중치 정보의 구성 요소인 위상과 이득을 모두 제환시킨다. 위상은 3비트로 제환시키고 이득은 1비트로

케환시킨다. 따라서, 위상의 정밀도는 $\pi/4$ 이고 양자화 오류는 최대 $\pi/8$ 가 된다. 케환의 효율성을 높이기 위해 매 순간 4비트 중 한 비트만 갱신하는 진보된 정제(progressive refine)모드를 사용한다. 정제 모드에서 각 비트는 직교하는 베이스(basis)의 값이 되는 반면 진보된 정제 모드는 그러한 규정을 갖지 않는다.

전술한 TxAA 제1 모드 및 제2 모드는 안테나 수와 시공간(space-time) 채널의 특성이 변할 때 다음과 같은 문제점들을 갖는다.

먼저, 안테나 수가 증가하면 각 안테나 별로 가중치를 케환시켜야 하므로 케환시킬 정보를 많이 갖게 되어 이동국의 이동 속도에 따라 통신 성능을 열화시킨다. 즉, 일반적으로 페이딩 채널에서 이동국의 이동 속도가 빨라지면 시공간 채널의 변화가 심화되므로, 채널 정보의 케환 속도가 증가해야 한다. 따라서 케환 속도가 한정되어 있으면, 안테나 수가 증가함에 따라 증가하는 케환 정보는 통신 성능을 저하시키는 결과를 초래한다.

다음으로, 안테나들간 거리가 충분히 확보되지 않으면 각 안테나의 채널간 상관값(correlation)이 증가한다. 이렇게 채널간 상관값이 증가하면 채널 매트릭스의 정보량이 감소하며, 효율적으로 케환 방식을 이용하면 안테나 수가 증가되어도 고속 이동체 환경에서 성능 열화가 일어나지 않는다. 하지만 TxAA 제1모드 및 제2 모드는 시공간 채널을 구성하는 두 안테나들의 각 채널이 완전히 독립적이라는 가정 하에 구성되어 있으므로, 안테나 수와 시공간 채널의 특성이 변하는 경우에 효율적으로 이용될 수 없다. 게다가, 전술한 두 모드들은 안테나를 2개 보다 많이 사용하는 환경에 적용된 레를 갖지 못하며, 3개 이상 안테나를 사용한다고 하더라도 우수한 성능을 제공할 수 없다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 송신 안테나들과 수신 안테나들을 각각 갖는 기지국과 이동국 사이에 존재하는 안테나별 공간 채널의 하향 특성을 반영하는 장기 및 단기 정보들을 이동국으로부터 기지국으로 케환시켜, 페이딩, 간섭 및 잡음의 영향을 최소화하고 전송 데이터 량을 최대화시킬 수 있는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치를 제공하는 데 있다.

본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는, 상기 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치에서 수행되는 이동 통신 방법을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

상기 과제를 이루기 위해, 기지국 및 이동국을 포함하는 본 발명에 의한 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치는, 상기 기지국은 제1 특성을 반영하여 상기 이동국에서 결정된 장기 및 단기 정보들을 상기 이동국으로부터 수신한 케환 신호로부터 복원하고, 복원된 상기 장기 및 단기 정보들로부터 생성한 베이스 정보들을 이용하여 전용 물리 채널 신호들을 공간적으로 처리하고, 상기 공간적으로 처리된 결과와 파일럿 신호들을 가산한 결과를 상기 이동국으로 전송하는 것이 바람직하며, 상기 이동국은 적어도 하나의 송신 안테나를 갖고, 상기 기지국은 적어도 하나의 수신 안테나를 갖고, 상기 제1 특성은 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 특성에 해당하는 것이 바람직하다.

상기 다른 과제를 이루기 위해, 적어도 하나의 송신 안테나를 갖는 기지국과 적어도 하나의 수신 안테나를 갖는 이동국간에 통신을 수행하는 본 발명에 의한 송/수신 안테나를 이용하는 이동 통신 방법은, 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 특성인 제1 특성을 반영하여 상기 이동국에서 결정된 장기 및 단기 정보들을 상기 이동국으로부터 수신한 케환 신호로부터 복원하고, 복원된 상기 장기 및 단기 정보들로부터 생성한 베이스 정보를 이용하여 전용 물리 채널 신호들을 공간적으로 처리하고, 상기 공간적으로 처리된 결과와 파일럿 신호들을 가산하여 상기 이동국으로 전송하는 단계로 이루어지는 것이 바람직하다.

이하, 본 발명에 의한 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치의 구성 및 동작과, 그 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 1은 본 발명에 의한 이동 통신 장치의 개략적인 블럭도로서, 기지국(10), 제1, 제2, ... 및 제X 이동국들(20, 22, ... 및 24)로 구성된다.

도 2는 도 1에 도시된 이동 통신 장치에서 수행되는 본 발명에 의한 이동 통신 방법을 설명하기 위한 플로우차트로서, 케환 신호를 구하는 단계(제30 단계) 및 케환 신호로부터 복원한 장기 및 단기 정보를 이용하여 공간적으로 처리된 전용 물리 채널 신호(DPCH::Dedicate Physical CHannel)들과 파일럿 신호들을 가산하여 전송하는 단계(제32 단계)로 이루어진다.

도 1에 도시된 제1 ~ 제X 이동국들(20, 22, ... 및 24)은 서로 동일한 기능을 수행하며, 이동국(20, 22, ... 또는 24)은 적어도 하나의 수신 안테나를 갖고, 기지국(10)은 적어도 하나의 송신 안테나를 갖는다. 이 때, 이동국(20, 22, ... 또는 24)은 예를 들면 단말기 따위에 해당한다.

도 1에 도시된 기지국(10)은 장기 및 단기 정보들을 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로부터 수신한 궤환 신호로부터 복원하고, 복원된 장기 및 단기 정보들로부터 생성한 베이스스 정보를 이용하여 전용 물리 채널 신호(DPCH)들을 공간적으로 처리하고, 공간적으로 처리된 전용 물리 채널 신호들과 파일럿 신호(PICH:Pilot Channel)들을 가산한 결과를 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송한다(제32 단계). 여기서, 파일럿 신호 $[P_i(k)](1 \leq i \leq B, B \text{는 송신 안테나의 개수로서 1이상의 양의 정수를 나타낸다.})$ 는 공통 파일럿 채널 신호(CPICH:Common Pilot Channel), 전용 파일럿 채널 신호(DCPICH:Dedicate CPICH) 또는 2차 공통 파일럿 채널 신호(SCPICH:Secondary CPICH) 따위 가 될 수 있다.

본 발명에 의한 기지국(10)이 전송한 바와 같이 동작할 수 있도록 지원할 수 있다면, 적어도 하나의 수신 안테나를 갖는 이동국(20, 22, ... 및 24)은 어떠한 형태로든지 구현될 수 있다. 즉, 이동국(20, 22, ... 또는 24)은 송신 및 수신 안테나별 하향 채널(downlink channel)의 특성[이하, 제1 특성(H)이라 한다.](여기서, H 은 행렬이다.)(이하, 굵은 글씨체로 표시된 것은 벡터를 표시하고, 굵은 글씨체로 표시되지 않은 것은 스칼라를 표시한다.)을 반영하여 장기 및 단기 정보들을 결정할 수 있으면 된다. 이 때, 송신 및 수신 안테나별 하향 채널의 특성(H)이란, 기지국(10)으로부터 어떤 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송되는 채널의 위상과 크기를 의미한다. 단, 제1 특성(H)의 열(column)은 기지국(10)의 송신 안테나에 의한 채널로 구성되고, 행(row)은 이동국(20, 22, ... 또는 24)의 수신 안테나에 의한 채널로 구성된다. 즉, H 의 열 성분들은 송신 안테나에 의한 공간에 대해 구해지고, 행 성분들은 수신 안테나에 의한 공간에 대해 구해진다.

예컨데, 이동국(20, 22, ... 또는 24)은 기지국(10)으로부터 전송된 파일럿 신호들로부터 제1 특성(H)을 측정하고, 측정된 제1 특성(H)으로부터 송신 및 수신 안테나별 채널의 상관 특성을 반영한 장기 정보와 단기 정보를 결정하고, 결정된 장기 및 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하여 기지국(10)으로 전송한다(제30 단계).

본 발명의 이해를 돕기 위해, 이동국(20, 22, ... 또는 24)의 실시예 및 제30 단계를 전술하고, 기지국(10)의 실시예 및 제32 단계를 후술한다.

이하, 제30 단계 및 이동국(20, 22, ... 또는 24)에 대한 본 발명에 의한 실시예들을 첨부한 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 3은 도 2에 도시된 제30 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(30A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 제1 특성(H)을 측정하는 단계(제40 단계), 채널의 장기 및 단기 정보들을 결정하는 단계(제42 및 제44 단계들) 및 결정된 장기 및 단기 정보들을 궤환 신호로 변환하는 단계(제46 단계)로 이루어진다.

도 4는 도 1에 도시된 제1, 제2, ... 또는 제X 이동국(20, 22, ... 또는 24)의 본 발명에 의한 실시예의 블록도로서, 안테나 어레이(60), 채널 특성 측정부(70), 장기 정보 결정부(72), 단기 정보 결정부(74), 신호 변환부(76) 및 신호 복원부(80)로 구성된다.

도 4에 도시된 안테나 어레이(60)는 M(여기서, M은 1이상의 양의 정수이다.) 개의 수신 안테나(62, 64, ... 및 66)를 갖고, 기지국(10)으로부터 전송된 공간적으로 신호 처리된 전용 물리 채널 신호들과 파일럿 신호들 수신한다. 이 때, 채널 특성 측정부(70)는 기지국(10)으로부터 전송되어 안테나 어레이(60)를 통해 수신된 파일럿 신호들로부터 제1 특성(H)을 측정하며, 측정된 제1 특성(H)으로부터 송신 및 수신 안테나별 하향 채널의 순시 상관 특성[이하, 제2 특성(R)이라 한다.]을 다음 수학식 1과 같이 생성하고, 생성된 제2 특성(R)을 장기 정보 결정부(72) 및 단기 정보 결정부(74)로 각각 출력한다(제40 단계). 여기서, 제2 특성(R)은 $B \times B$ 행렬이다.

수학식 1

$$R = H^H \cdot H$$

제40 단계후에, 장기 정보 결정부(72)는 채널 특성 측정부(70)에서 측정된 제2 특성(R)으로부터 장기 정보에 해당하는 유효한 장기 고유 벡터들(Q_{LT})과 유효한 장기 고유값들(Λ_{LT})을 결정하고, 결정된 유효한 장기 고유 벡터들(Q_{LT})과 유효한 장기 고유값들(Λ_{LT})을 단기 정보 결정부(74) 및 신호 변환부(76)로 각각 출력한다(제42 단계). 여기서, 장기 고유값은 장기 고유 벡터와 일대일 매핑 관계를 가지며, 유효한 장기 고유값과 매핑되는 장기 고유

벡터가 유효한 장기 고유 벡터에 해당한다.

이하, 도 3에 도시된 제42 단계 및 도 4에 도시된 장기 정보 결정부(72)의 본 발명에 의한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 5는 도 3에 도시된 제42 단계에 대한 본 발명에 의한 바람직한 일 실시예(42A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 제2 특성(R)을 누적하여 송신 및 수신 안테나별 하향 채널의 장기 상관 특성을 구하는 단계(제90 단계) 및 장기 상관 특성으로부터 장기 정보를 생성하는 단계(제92 단계)로 이루어진다.

도 6은 도 4에 도시된 장기 정보 결정부(72)의 본 발명에 의한 실시예(72A)의 블록도로서, 누적부(100) 및 고유 분석 계산부(110)로 구성된다.

제40 단계후에, 도 6에 도시된 누적부(100)는 채널 특성 측정부(70)로부터 입력한 제2 특성(R)을 누적하고, 누적된 결과 [$R_{LT}(k)$]를 송신 및 수신 안테나별 하향 채널의 장기 상관 특성[이하, 제3 특성(R_{LT})이라 한다.]으로서 고유 분석 계산부(110)로 출력한다(제90 단계). 여기서, 제3 특성(R_{LT}) 즉, 누적된 결과 [$R_{LT}(k)$]는 다음 수학적 식 2와 같이 표현될 수 있다.

$$\text{수학적 식 2} \\ R_{LT} = \sum H^H \cdot H = \sum R_{LT}(k) = \rho R_{LT}(k-1) + R(k)$$

여기서, ρ 는 망각 상수(forgetting factor)를 나타내고, k 는 이산적인 시간을 나타낸다.

제90 단계후에, 고유 분석 계산부(110)는 누적부(100)로부터 입력한 제3 특성(R_{LT})으로부터 고유 분석법(EVD: Eigen Value Decomposition)에 의거하여 장기 정보인 유효한 장기 고유 벡터들(Q_{LT}) 및 유효한 장기 고유값들(Λ_{LT})을 생성하고, 생성된 유효한 장기 고유 벡터들(Q_{LT})과 유효한 장기 고유값들(Λ_{LT})을 단기 정보 결정부(74) 및 신호 변환부(76)로 출력한다(제92 단계). 여기서, 고유 분석법에 대해서는 'Matrix Computation'이라는 제목으로 'G. Golub'와 'C. Van. Loan'에 의해 저술되고 런던(London)에 위치한 존스 홉킨스 대학(Johns Hopkins University) 출판사에 의해 1996년도에 출간된 책에 개시되어 있다.

이하, 도 5에 도시된 제92 단계 및 도 6에 도시된 고유 분석 계산부(110)의 본 발명에 의한 실시예들을 다음과 같이 설명한다.

도 7는 도 5에 도시된 제92 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(92A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 장기 고유 벡터들과 장기 고유값들중 유효한 벡터들과 유효한 값들을 장기 정보로서 선택하는 단계(제120 ~ 제124 단계들)로 이루어진다.

도 6에 도시된 바와 같이, 고유 분석 계산부(110)는 도 7에 도시된 실시예(92A)를 수행하기 위해, 제1 고유 분석부(112), 벡터 수 계산부(114) 및 선택부(116)로 구현될 수 있다.

먼저, 제90 단계후에, 제1 고유 분석부(112)는 누적부(100)로부터 입력한 제3 특성(R_{LT})으로부터 전술한 고유 분석법에 의거하여 M 개의 장기 고유 벡터들($q_1 \sim q_M$)과 M 개의 장기 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_M$)을 생성하고, 생성된 M 개의 장기 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_M$)을 벡터 수 계산부(114)와 선택부(116)로 출력하는 한편, 생성된 M 개의 장기 고유 벡터들($q_1 \sim q_M$)을 선택부(116)로 출력한다(제120 단계).

제120 단계후에, 벡터 수 계산부(114)는 소정 임계값을 초과하는 장기 고유값들의 개수를 카운팅하고, 카운팅된 결과를 유효 고유 벡터수(N_B)로서 결정하며, 결정된 유효 고유 벡터수(N_B)를 선택부(116)로 출력한다(제122 단계). 이를 위해, 벡터 수 계산부(114)는 카운터(미도시) 따위로 구현될 수 있다. 이 때, 소정 임계값은 '0'에 근사된 값으로 설정될 수 있다.

제122 단계후에, 선택부(116)는 제1 고유 분석부(112)로부터 입력한 M 개의 장기 고유 벡터들($q_1 \sim q_M$)중에서 잡음이 제거된 유효 고유 벡터 수(N_B)만큼의 장기 고유 벡터들($q_1 \sim q_{NB}$)을 선택하고, 제1 고유 분석부(112)로부터 입력한 M 개의 장기 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_M$)중에서 잡음이 제거된 유효 고유 벡터 수(N_B)만큼의 장기 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)을 선택하며, 선택된 장기 고유 벡터들($q_1 \sim q_{NB}$)로 이루어진 열 벡터들을 유효한 장기 고유 벡터들(Q_{LT})로서, 선택된 장기 고유값들($\lambda_1 \sim \lambda_{NB}$)로 이루어진 대각 행렬을 유효한 장기 고유값들(Λ_L)

T')로서 출력한다(제124 단계).

한편, 제42 단계후에, 단기 정보 결정부(74)는 채널 특성 측정부(70)로부터 입력한 제2 특성(R)과 장기 정보 결정부(72)로부터 입력한 장기 정보(Q_{LT}' 및 Λ_{LT}')로부터 단기 정보에 해당하는 단기 고유 벡터들(Q_{ST}')과 단기 고유값들(Λ_{ST}')을 결정하고, 결정된 단기 고유 벡터들(Q_{ST}')과 단기 고유값들(Λ_{ST}')을 신호 변환부(76)로 출력한다(제44 단계).

이하, 도 3에 도시된 제44 단계 및 도 4에 도시된 단기 정보 결정부(74)의 본 발명에 의한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 8은 도 3에 도시된 제44 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(442A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 송신 및 수신 안테나별 하향 채널의 단기 상관 특성을 구하는 단계(제130 단계) 및 단기 정보를 구하는 단계(제132 단계)로 이루어진다.

도 9는 도 4에 도시된 단기 정보 결정부(74)의 본 발명에 의한 실시예(74A)의 블록도로서, 단기 상관 특성 생성부(140) 및 제2 고유 분석부(142)로 구성된다.

제42 단계후에, 단기 상관 특성 생성부(140)는 채널 특성 측정부(70)로부터 입력한 제2 특성(R)과 장기 정보 결정부(72)로부터 입력한 장기 정보(Q_{LT}' 및 Λ_{LT}')를 이용하여 송신 및 수신 안테나별 하향 채널의 단기 상관 특성[이하, 제4 특성(R_{ST})이라 한다.]을 다음 수학적식 3과 같이 생성하고, 생성된 제4 특성(R_{ST})을 제2 고유 분석부(142)로 출력한다(제130 단계).

$$\text{수학적식 3}$$

$$R_{ST} = \Lambda_{LT}'^{\frac{H}{2}} Q_{LT}'^H R Q_{LT}' \Lambda_{LT}'^{\frac{1}{2}}$$

제130 단계후에, 제2 고유 분석부(142)는 단기 상관 특성 생성부(140)로부터 입력한 제4 특성(R_{ST})으로부터 전술한 고유 분석법에 의거하여 단기 고유 벡터들(Q_{ST}')과 단기 고유값들(Λ_{ST}')을 생성하고, 생성된 단기 고유 벡터들(Q_{ST}')과 단기 고유값들(Λ_{ST}')을 신호 변환부(76)로 출력한다(제132 단계).

제44 단계후에, 신호 변환부(76)는 단기 정보 결정부(74)로 입력한 단기 정보(Q_{ST}' 및 Λ_{ST}')와 장기 정보 결정부(72)로부터 입력한 장기 정보(Q_{LT}' 및 Λ_{LT}')를 기지국(10)으로 변환시키기에 적합한 변환 신호로 변환하고, 변환된 변환 신호를 안테나 어레이(60)를 통해 기지국(10)으로 전송한다(제46 단계).

제46 단계를 수행하기 위해, 신호 변환부(76)는 장기 및 단기 정보 결정부들(72 및 74)로부터 각각 입력한 장기 및 단기 정보들[(Q_{LT}' 및 Λ_{LT}') 및 (Q_{ST}' 및 Λ_{ST}')]을 포맷하고, 포맷한 결과들을 시 분할 다중화(TDM: Time Division Multiplexing)하며, 시 분할 다중화된 결과를 변환 신호로서 안테나 어레이(60)를 통해 기지국(10)으로 전송한다. 또한, 본 발명에 의하면, 신호 변환부(76)는 변환 신호를 구하기 위해 시 분할 다중화 대신에 코드 분할 다중화 또는 주파수 분할 다중화를 수행할 수도 있다.

한편, 본 발명에 의하면, 이동국(20, 22, ... 또는 24)은 도 4에 도시된 바와 같이, 신호 복원부(80)를 더 마련할 수도 있다. 여기서, 제40 ~ 제46 단계들이 수행되는 동안의 어느 시점에서, 신호 복원부(80)는 안테나 어레이(60)를 통해 수신되고, 기지국(10)에서 공간적으로 처리된 전용 물리 채널 신호들로부터 원래의 전용 물리 채널 신호들을 복원하고, 복원된 전용 물리 채널 신호들(DPCH')을 출력한다.

이하, 도 1에 도시된 기지국(10)과 도 2에 도시된 제32 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 10는 도 2에 도시된 제32 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(32A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 복원한 장기 및 단기 정보들을 이용하여 전용 물리 채널 신호들(DPCH)을 공간적으로 처리하는 단계(제150 ~ 제156 단계들) 및 공간적으로 처리된 전용 물리 채널 신호들에 파일럿 신호들을 가산하는 단계(제158 단계)로 이루어진다.

도 11은 도 1에 도시된 기지국(10)의 본 발명에 의한 일 실시예의 블록도로서, 정보 복원부(170), 베이스(basis) 정보 생성부(172), 이득 조정부(174), 베이스 벡터 적용부(176), 가산부(178) 및 안테나 어레이(180)로 구성된다.

도 11에 도시된 안테나 어레이(180)는 B개의 송신 안테나(182, 184, ... 및 186)를 갖고, 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로부터 전송된 궤환 신호를 상향(uplink) 전용 물리 제어 채널(DPCCH:Dedicate Physical Control CHannel)을 통해 수신하고, 공간적으로 신호 처리된 전용 물리 채널 신호들과 파일롯 신호들을 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 송신한다.

이 때, 제30 단계후에, 정보 복원부(170)는 안테나 어레이(180)를 통해 수신한 궤환 신호로부터 장기 및 단기 정보들을 복원하고, 복원된 장기 및 단기 정보들을 베이스 정보 복원부(172)로 출력한다(제150 단계).

만일, 도 4에 도시된 신호 변환부(76)가 시 분할 다중화 방식으로 궤환 신호를 생성하였을 경우, 정보 복원부(170)는 시 분할 역 다중화 방식으로 장기 및 단기 정보들을 복원한다. 또한, 신호 변환부(76)가 시 분할 다중화 대신에 코드 분할 다중화 또는 주파수 분할 다중화 방식으로 궤환 신호를 생성하였을 경우, 정보 복원부(170)는 코드 분할 역 다중화 또는 주파수 분할 역 다중화 방식으로 장기 및 단기 정보들을 복원한다.

제150 단계후에, 베이스 정보 생성부(172)는 정보 복원부(170)에서 복원된 장기 및 단기 정보들로부터 베이스 정보인 베이스 벡터들(T)과 베이스 값들(D)을 생성하고, 생성된 베이스 값들(D)로부터 이득값들을 생성하며, 생성된 이득값들을 이득 조정부(174)로 출력하는 한편, 생성된 베이스 벡터들(T)을 베이스 벡터 적용부(176)로 출력한다(제152 단계).

이하, 도 10에 도시된 제152 단계 및 도 11에 도시된 베이스 정보 생성부(172)의 본 발명에 의한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 12는 도 10에 도시된 제152 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(152A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 복원된 장기 정보와 단기 정보를 승산한 결과로부터 베이스 벡터들(T)과 이득값들을 결정하는 단계(제200 ~ 제206 단계들)로 이루어진다.

도 13은 도 11에 도시된 베이스 정보 생성부(172)의 본 발명에 의한 실시예(172A)의 블럭도로서, 제1 승산부(210), 베이스 값 계산부(212), 전력 할당부(214) 및 베이스 벡터 생성부(216)로 구성된다.

제150 단계후에, 제1 승산부(210)는 정보 복원부(170)에서 복원된 장기 정보와 단기 정보를 다음 수학식 4와 같이 승산하고, 승산된 결과(W)를 베이스 값 계산부(212) 및 베이스 벡터 계산부(216)로 각각 출력한다(제200 단계).

수학식 4

$$W = Q_{LT} \Lambda_{LT}^{1/2} Q_{ST} \Lambda_{ST}^{1/2}$$

여기서, Q_{LT} 와 Λ_{LT} 는 정보 복원부(170)에서 복원된 장기 정보로서, Q_{LT} 는 복원된 유효한 장기 고유 벡터들을 나타내고, Λ_{LT} 는 복원된 유효한 장기 고유값들을 나타내고, Q_{ST} 와 Λ_{ST} 는 정보 복원부(170)에서 복원된 단기 정보로서, Q_{ST} 는 복원된 단기 고유 벡터들을 나타내고, Λ_{ST} 는 복원된 단기 고유값들을 각각 나타낸다.

제200 단계후에, 베이스 값 계산부(212)는 제1 승산부(210)에서 승산된 결과(W)로부터 채널에 할당할 총 전력을 계산하고, 계산된 총 전력을 베이스 값들(D)로서 전력 할당부(214) 및 베이스 벡터 계산부(216)로 각각 출력한다(제202 단계).

도 14는 도 13에 도시된 베이스 값 계산부(212)의 본 발명에 의한 실시예(212A)의 블럭도로서, 제1, 제2, ... 및 제 N_B 전력 계산부들(220, 222, ... 및 224)로 구성된다.

제202 단계를 수행하기 위해, 베이스 값 계산부(212A)의 제1, 제2, ... 및 제 N_B 전력 계산부들(220, 222, ... 및 224)은 제1 승산부(210)로부터 입력한 다음 수학식 5와 같이 표현되는 승산된 결과(W)에 놈(norm)을 취하고, 놈을 취한 결과를 총 전력(D)으로서 출력한다.

수학식 5

$$W = [w_1 \ w_2 \ w_3 \ \dots w_{NB}]$$

즉, 제 n ($1 \leq n \leq N_B$) 전력 계산부(220, 222, ... 또는 224)는 제1 승산부(210)로부터 입력한 승산된 결과(W)에서 해당하는 w_n 에 다음 수학식 6과 같이 노름을 취하고, 노름 취한 결과를 제 n 전력(d_n)으로서 출력한다.

수학식 6

$$d_n = \|w_n\|$$

여기서, $\| \ \|$ 은 노름을 나타내고, w_n 는 다음 수학식 7과 같이 표현되는 열 벡터를 의미하고, $\|w_n\|$ 는 다음 수학식 8과 같이 표현된다.

수학식 7

$$w_n = [w_{n1} \ w_{n2} \ \dots \ w_{nNB}]$$

수학식 8

$$\|w_n\| = \sqrt{|w_{n1}|^2 + |w_{n2}|^2 + \dots + |w_{nNB}|^2}$$

이 때, 제1 ~ 제 N_B 전력들(d_{n1}, d_{n2}, \dots 및 d_{NB})은 다음 수학식 9와 같이 총 전력(D)에 해당한다.

수학식 9

$$D = \begin{bmatrix} d_1 & 0 & \cdot & 0 \\ 0 & d_2 & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & d_{N_n} \end{bmatrix}$$

제202 단계후에, 베이스스 벡터 계산부(216)는 제1 승산부(210)에서 승산된 결과(W)를 베이스스 값 계산부(212)로부터 입력한 베이스스 값들(D)로 제산하고, 제산된 결과를 베이스스 벡터들(T)로서 베이스스 벡터 적용부(176)로 출력한다(제204 단계).

도 15는 도 13에 도시된 베이스스 벡터 계산부(216)의 본 발명에 의한 실시예(216A)의 블록도로서, 제1 ~ 제 N_B 서브 벡터 계산부들(230, 232, ... 및 234)로 구성된다.

도 15에 도시된 제1 ~ 제 N_B 서브 벡터 계산부들(230, 232, ... 및 234)은 제1 승산부(210)로부터 입력한 승산된 결과(W)를 베이스스 값 계산부(212)로부터 입력단자 IN2를 통해 입력한 총 전력(D)으로 제산하고, 제산된 결과를 베이스스 벡터(T)로서 출력한다. 즉, 제 n 서브 벡터 계산부(230, 232, ... 또는 234)는 제1 승산부(210)로부터 입력한 승산된 결과(W)에서 해당하는 w_n 을 베이스스 값 계산부(212)로부터 입력단자 IN2를 통해 입력한 제 n 전력(d_n)으로 제산하고, 제산된 결과를 베이스스 벡터(t_n)로서 출력한다. 예를 들면, 제1 서브 벡터 계산부(230)는 제1 승산부(210)로부터 입력한 w_1 을 베이스스 값 계산부(212)로부터 입력단자 IN2를 통해 입력한 제1 전력(d_1)으로

제산하고, 제산된 결과를 베이스 벡터(t_1)로서 출력한다. 또한, 제2 서브 벡터 계산부(232)는 제1 승산부(210)로부터 입력한 w_2 을 베이스 값 계산부(212)로부터 입력단자 IN2를 통해 입력한 제2 전력(d_2)으로 제산하고, 제산된 결과를 베이스 벡터(t_2)로서 출력한다. 이와 비슷하게, 제N_B 서브 벡터 계산부(234)는 제1 승산부(210)로부터 입력한 w_{NB} 을 베이스 값 계산부(212)로부터 입력단자 IN2를 통해 입력한 제N_B 전력(d_{NB})으로 제산하고, 제산된 결과를 베이스 벡터(t_{NB})로서 출력한다.

제204 단계후에, 전력 할당부(214)는 베이스 값 계산부(212)로부터 입력한 총 전력(D)을 신호 대 잡음비(SNR:Signal to Noise Ratio)에 의거하여 각 채널별로 할당하고, 할당된 결과에 대한 정보를 이득값들로서 출력단자 OUT1을 통해 이득 조정부(174)로 출력한다(제206 단계). 이를 위해, 전력 할당부(214)는 워터 필링(Water Filling)법에 의거하여 베이스 값(D)로부터 이득값들을 생성할 수 있다. 여기서, 워터 필링(Water Filling)법은 'Digital baseband transmission and recording'이라는 제목으로 'Jan W.M. Bergmans'에 의해 저술되고 보스턴(Boston)에 위치한 KL UWER ACADEMIC 출판사에 의해 1996년도에 출간된 책에 개시되어 있다.

본 발명에 의하면, 도 12에 도시된 바와 달리, 제204 단계와 제206 단계는 동시에 수행될 수도 있고, 제206 단계가 제204 단계보다 먼저 수행될 수도 있다.

한편, 제152 단계후에, 이득 조정부(174)는 베이스 정보 생성부(172)로부터 입력한 이득값들에 상응하여 전용 물리 채널 신호들(DPCH)간의 상대적 크기를 조정하고, 조정된 크기를 갖는 전용 물리 채널 신호들을 베이스 벡터 적용부(176)로 출력한다(제154 단계).

이하, 도 10에 도시된 제154 단계 및 도 11에 도시된 이득 조정부(174)의 본 발명에 의한 실시예들을 첨부된 도면들을 참조하여 다음과 같이 설명한다.

도 16은 도 10에 도시된 제154 단계에 대한 본 발명에 의한 실시예(154A)를 설명하기 위한 플로우차트로서, 전용 물리 채널 신호들(DPCH)의 크기를 조정하는 단계(제240 단계) 및 조정된 크기를 갖는 전용 물리 채널 신호들을 확산 및 스크램블하는 단계(제242 단계)로 이루어진다.

도 17은 도 11에 도시된 이득 조정부(174)의 본 발명에 의한 실시예(174A)의 블록도로서, 제2 및 제3 승산부들(250 및 252)로 구성된다.

도 17에 도시된 제2 승산부(250)는 베이스 정보 생성부(172)로부터 입력단자 IN3을 통해 입력한 이득값들에 전용 물리 채널 신호들(DPCH)을 승산하고, 승산된 결과들을 제3 승산부(252)로 출력한다(제240 단계). 제240 단계후에, 제3 승산부(252)는 제2 승산부(250)에서 승산된 결과를 스크램블/스프레드(scramble/spread) 신호열들과 승산하고, 승산된 결과를 조정된 크기를 갖는 전용 물리 채널 신호들로서 베이스 벡터 적용부(176)로 출력단자 OUT2를 통해 출력한다(제242 단계). 여기서, 스크램블/스프레드 신호열들이란, 스크램블 신호열(Csc)과 스프레드 신호열(Csp)을 승산한 결과(CspCsc)를 의미하며, 이득 조정부(174)에 미리 저장될 수도 있고, 외부로부터 입력될 수도 있다.

본 발명에 의하면, 도 17에 도시된 이득 조정부(174A)는 제3 승산부(252)를 선택적으로 마련할 수 있다. 만일, 제242 단계가 마련되지 않을 경우, 즉, 이득 조정부(174A)에서 제3 승산부(252)가 마련되지 않을 경우, 제2 승산부(250)에서 승산된 결과는 조정된 크기를 갖는 전용 물리 채널 신호들로서 베이스 벡터 적용부(176)로 출력된다.

제154 단계후에, 베이스 벡터 적용부(176)는 이득 조정부(174)로부터 입력한 조정된 크기를 갖는 전용 물리 채널 신호들에 베이스 정보 생성부(172)로부터 입력한 베이스 벡터들(T)을 적용하고, 적용된 결과를 공간적으로 처리된 전용 물리 채널 신호들로서 가산부(178)로 출력한다(제156 단계).

도 18은 도 11에 도시된 베이스 벡터 적용부(176)의 본 발명에 의한 실시예(176A)의 블록도로서, 제4 승산부(260)로 구성된다.

제156 단계를 수행하기 위해, 베이스 벡터 적용부(176)의 제4 승산부(260)는 이득 조정부(174)로부터 입력단자 IN4를 통해 입력한 조정된 크기를 갖는 N_B개의 전용 물리 채널 신호들에 베이스 정보 생성부(172)로부터 입력한 베이스 벡터들(T)을 승산하고, 승산된 결과를 공간적으로 처리된 전용 물리 채널 신호들로서 출력단자 OUT3를 통해 가산부(178)로 출력한다.

제156 단계후에, 가산부(178)는 베이스 벡터 적용부(176)로부터 입력한 공간적으로 처리된 전용 물리 채널 신호들에 입력단자 IN1을 통해 입력한 파일럿 신호들[$P_1(k)$, $P_2(k)$, $P_3(k)$, ... 및 $P_B(k)$]을 가산하고, 가산된 결과들을 송신 안테나를 포함하는 안테나 어레이(180)를 통해 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송한다(제158 단계).

제158 단계를 수행하기 위해, 가산부(178)는 B개의 가산기들(미도시)을 마련할 수 있다. 여기서, 각 가산기(미도시)

는 베이스스 벡터 적용부(176)로부터 입력한 공간적으로 처리된 해당하는 전용 물리 채널 신호에 해당하는 파일롯트 신호 $[P_1(k), P_2(k), P_3(k), \dots \text{ 또는 } P_B(k)]$ 를 가산하고, 가산된 결과를 안테나 어레이(180)의 해당하는 송신 안테나(182, 184, ... 또는 186)로 출력한다. 송신 안테나(182, 184, ... 또는 186)는 가산부(178)의 해당하는 가산기(미도시)에서 가산된 결과를 해당하는 이동국(20, 22, ... 또는 24)으로 전송한다.

전술한 도 1에 도시된 기지국(10)과 제32 단계 및 그의 실시예들은 전술한 이동국(10)과 제30 단계 및 그의 실시예들에 국한되지 않으며, 전술한 바와 같이 장기 및 단기 정보들을 생성하여 궤환 신호를 기지국(10)으로 전송할 수 있는 어느 이동국을 위해서도 적용될 수 있다.

발명의 효과

이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 의한 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치 및 방법은 공간 채널의 하향 특성을 반영한 장기 및 단기 정보들을 이동국으로부터 기지국으로 궤환시키므로, 페이딩, 간섭 및 잡음의 영향을 최소화시킬 수 있을 뿐만 아니라 전송 데이터 량(throughput)을 최대화시킬 수 있는 효과를 갖는다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기지국 및 이동국을 포함하는 이동 통신 장치에 있어서,

상기 기지국은 제1 특성을 반영하여 상기 이동국에서 결정된 장기 및 단기 정보들을 상기 이동국으로부터 수신한 궤환 신호로부터 복원하고, 복원된 상기 장기 및 단기 정보들로부터 생성한 베이스스 정보를 이용하여 전용 물리 채널 신호들을 공간적으로 처리하고, 상기 공간적으로 처리된 결과와 파일롯트 신호들을 가산한 결과를 상기 이동국으로 전송하며,

상기 이동국은 적어도 하나의 송신 안테나를 갖고, 상기 기지국은 적어도 하나의 수신 안테나를 갖고, 상기 제1 특성은 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 특성에 해당하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 2.

제1 항에 있어서, 상기 이동국은

상기 기지국으로부터 전송된 상기 파일롯트 신호들로부터 상기 제1 특성을 측정하고, 상기 장기 및 단기 정보들을 상기 제1 특성으로부터 결정하고, 결정된 상기 장기 및 단기 정보들을 상기 궤환 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 3.

제1 항 또는 제2 항에 있어서, 상기 기지국은

상기 송신 안테나를 통해 수신된 상기 궤환 신호로부터 상기 장기 및 단기 정보들을 복원하고, 복원된 상기 장기 및 단기 정보들을 출력하는 정보 복원부;

복원된 상기 장기 및 단기 정보들로부터 베이스스 정보인 베이스스 벡터들과 베이스스 값들을 생성하고, 생성된 상기 베이스스 값들로부터 이득값들을 생성하는 베이스스 정보 생성부;

상기 이득값들에 상응하여 상기 전용 물리 채널 신호들간의 상대적 크기를 조정하고, 조정된 결과들을 출력하는 이득 조정부;

상기 이득 조정부로부터 입력한 상기 조정된 결과들에 상기 베이스스 벡터들을 적용하고, 적용된 결과를 상기 공간적으로 처리된 결과로서 출력하는 베이스스 벡터 적용부; 및

상기 공간적으로 처리된 결과에 상기 파일롯트 신호들을 가산하고, 가산된 결과를 출력하는 가산부를 구비하고,

상기 송신 안테나들은 상기 가산된 결과를 상기 이동국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 4.

제3 항에 있어서, 상기 베이스 정보 생성부는

복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 승산하고, 승산된 결과를 출력하는 제1 승산부;

상기 제1 승산부에서 승산된 결과로부터 채널에 할당할 총 전력을 계산하고, 계산된 상기 총 전력을 상기 베이스 값들로서 출력하는 베이스 값 계산부;

상기 제1 승산부에서 승산된 결과를 상기 베이스 값들로 제산하고, 제산된 결과를 상기 베이스 벡터들로서 출력하는 베이스 벡터 계산부; 및

신호 대 잡음비에 의거하여 상기 총 전력을 각 채널별로 할당하고, 할당된 결과에 대한 정보를 상기 이득값들로서 출력하는 전력 할당부를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 5.

제4 항에 있어서, 상기 제1 승산부는

복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 아래와 같이 승산하고, 승산된 결과(W)를 상기 베이스 값 계산부 및 상기 베이스 벡터 계산부로 각각 출력하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

$$W = Q_{LT} \Lambda_{LT}^{1/2} Q_{ST} \Lambda_{ST}^{1/2}$$

(여기서, Q_{LT} 와 Λ_{LT} 는 상기 복원된 장기 정보로서, Q_{LT} 는 복원된 유효한 장기 고유 벡터들을 나타내고, Λ_{LT} 는 복원된 유효한 장기 고유값들을 나타내고, Q_{ST} 와 Λ_{ST} 는 상기 복원된 단기 정보로서, Q_{ST} 는 복원된 단기 고유 벡터들을 나타내고, Λ_{ST} 는 복원된 단기 고유값들을 각각 나타낸다.)

청구항 6.

제4 항에 있어서, 상기 베이스 값 계산부는

제1 ~ 제 N_B (여기서, N_B 는 유효 고유 벡터 수를 나타낸다.) 전력 계산부들을 구비하고,

상기 제 n ($1 \leq n \leq N_B$) 전력 계산부는 제1 승산부에서 승산된 결과($W = [w_1 w_2 w_3 \dots w_{N_B}]$)에서 해당하는 w_n 에 놈을 취하고, 상기 놈을 취한 결과를 제 n 전력으로서 출력하고,

제1 ~ 제 N_B 전력들은 상기 총 전력에 해당하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 7.

제6 항에 있어서, 상기 베이스 벡터 계산부는

제1 ~ 제 N_B 서브 벡터 계산부들을 구비하고,

상기 제 n 서브 벡터 계산부는 w_n 을 상기 제 n 전력으로 제산하고, 제산된 결과를 상기 베이스 벡터로서 출력하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 8.

제4 항에 있어서, 상기 전력 할당부는

워터 필링(Water Filling)법에 의거하여 상기 베이스 값들로부터 상기 이득값들을 생성하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 9.

제3 항에 있어서, 상기 이득 조정부는

상기 이득값들에 상기 전용 물리 채널 신호들을 승산하고, 승산된 결과들을 상기 조정된 결과들로서 상기 베이스 벡터 적용부로 출력하는 제2 승산부를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 10.

제9 항에 있어서, 상기 이득 조정부는

상기 제2 송산부에서 송산된 결과를 스크램블/스프레드 신호열들과 송산하고, 송산된 결과를 상기 조정된 결과로서 상기 베이스 벡터 적용부로 출력하는 제3 송산부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 11.

제3 항에 있어서, 상기 베이스 벡터 적용부는

상기 이득 조정부로부터 입력한 상기 조정된 결과들에 상기 베이스 벡터들을 송산하고, 송산된 결과를 상기 공간적으로 처리된 결과로서 상기 가산부로 출력하는 제4 송산부를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 12.

제3 항에 있어서, 상기 이동국은

상기 수신 안테나들에서 수신된 상기 파일럿 신호들로부터 상기 제1 특성을 측정하고, 측정된 상기 제1 특성으로부터 제2 특성을 생성하는 채널 특성 측정부;

상기 채널 특성 측정부로부터 입력한 상기 제2 특성으로부터 상기 장기 정보에 해당하는 유효한 장기 고유 벡터들과 유효한 장기 고유값들을 결정하는 장기 정보 결정부;

상기 채널 특성 측정부로부터 입력한 상기 제2 특성과 상기 장기 정보로부터 상기 단기 정보에 해당하는 단기 고유 벡터들과 단기 고유값들을 결정하는 단기 정보 결정부; 및

상기 장기 및 상기 단기 정보 결정부들로부터 각각 입력한 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 상기 궤환 신호로 변환하고, 변환된 상기 궤환 신호를 상기 수신 안테나들로 출력하는 신호 변환부를 구비하고,

상기 제2 특성은 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 순시 상관 특성에 해당하고,

상기 수신 안테나는 상기 궤환 신호를 상기 기지국으로 전송하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 13.

제12 항에 있어서, 상기 이동국은

상기 수신 안테나들에서 수신된 상기 공간적으로 처리된 결과로부터 상기 전용 물리 채널 신호들을 복원하고, 복원된 상기 전용 물리 채널 신호들을 출력하는 신호 복원부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 14.

제12 항에 있어서, 상기 장기 정보 결정부는

상기 채널 특성 측정부로부터 입력한 상기 제2 특성을 누적하고, 누적된 결과를 제3 특성으로서 출력하는 누적부; 및

상기 제3 특성으로부터 고유 분석법에 의거하여 상기 유효한 장기 고유 벡터들 및 상기 유효한 장기 고유값들을 생성하는 고유 분석 계산부를 구비하고,

상기 제3 특성은 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 장기 상관 특성에 해당하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 15.

제14 항에 있어서, 상기 고유 분석 계산부는

상기 제3 특성으로부터 상기 고유 분석법에 의거하여 장기 고유 벡터들과 장기 고유값들을 생성하여 출력하는 제1 고유 분석부;

소정 임계값을 초과하는 상기 장기 고유값들의 개수를 카운팅하고, 카운팅된 결과를 유효 고유 벡터수로서 출력하는 벡터 수 계산부; 및

상기 제1 고유 분석부로부터 입력한 상기 장기 고유 벡터들 및 상기 장기 고유값들중에서, 상기 유효 고유 벡터 수만큼의 잡음이 제거된 상기 장기 고유 벡터들과 잡음이 제거된 상기 장기 고유값들을 선택하여 상기 유효한 장기 고유 벡터들 및 상기 유효한 장기 고유값들로서 출력하는 선택부를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 16.

제12 항에 있어서, 상기 단기 정보 결정부는

상기 채널 특성 측정부로부터 입력한 상기 제2 특성과 상기 장기 정보로부터 제4 특성을 생성하여 출력하는 단기 상관 특성 생성부; 및

상기 제4 특성으로부터 고유 분석법에 의거하여 상기 단기 고유 벡터들과 상기 단기 고유값들을 생성하여 출력하는 제2 고유 분석부를 구비하고,

상기 제4 특성은 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 단기 상관 특성에 해당하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 17.

적어도 하나의 송신 안테나를 갖는 기지국과 적어도 하나의 수신 안테나를 갖는 이동국간에 통신을 수행하는 이동 통신 방법에 있어서,

(a) 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 특성인 제1 특성을 반영하여 상기 이동국에서 결정된 장기 및 단기 정보들을 상기 이동국으로부터 수신한 궤환 신호로부터 복원하고, 복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들로부터 생성한 베이스스 정보를 이용하여 전용 물리 채널 신호들을 공간적으로 처리하고, 상기 공간적으로 처리된 결과와 파일럿트 신호들을 가산하여 상기 이동국으로 전송하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 18.

제17 항에 있어서, 상기 이동 통신 방법은

(b) 상기 기지국으로부터 전송된 상기 파일럿트 신호들로부터 상기 제1 특성을 측정하고, 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 상기 제1 특성으로부터 결정하고, 결정된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 상기 궤환 신호로 변환하여 상기 기지국으로 전송하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 19.

제17 항 또는 제18 항에 있어서, 상기 (a) 단계는

(a1) 상기 송신 안테나를 통해 수신된 상기 궤환 신호로부터 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 복원하는 단계;

(a2) 복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들로부터 베이스스 정보인 베이스스 벡터들과 베이스스 값들을 생성하고, 생성된 상기 베이스스 값들로부터 이득값들을 생성하는 단계;

(a3) 상기 이득값들을 이용하여 상기 전용 물리 채널 신호들간의 상대적 크기를 조정하는 단계;

(a4) 상기 조정된 결과들에 상기 베이스스 벡터들을 적용하고, 적용된 결과를 상기 공간적으로 처리된 결과로서 결정하는 단계; 및

(a5) 상기 공간적으로 처리된 결과에 상기 파일럿트 신호들을 가산하여 상기 송신 안테나를 통해 상기 이동국으로 전송하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 20.

제19 항에 있어서, 상기 (a2) 단계는

(a21) 상기 (a1) 단계후에, 복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 승산하는 단계;

(a22) 상기 송신된 결과로부터 채널에 할당할 총 전력을 계산하고, 계산된 상기 총 전력을 상기 베이스스 값들로서 결정하는 단계;

(a23) 상기 송신된 결과를 상기 베이스스 값들로 제산하고, 제산된 결과를 상기 베이스스 벡터들로서 결정하는 단계; 및

(a24) 신호 대 잡음비에 의거하여 상기 총 전력을 각 채널별로 할당하고, 할당된 결과에 대한 정보를 상기 이득값들로서 결정하고, 상기 (a3) 단계로 진행되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 21.

제20 항에 있어서, 상기 (a21) 단계는

상기 (a1) 단계후에, 복원된 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 아래와 같이 송산하여 상기 송산된 결과(W)를 구하고, 상기 (a22) 단계로 진행되는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

$$W = Q_{LT} \Lambda_{LT}^{-1/2} Q_{ST} \Lambda_{ST}^{-1/2}$$

(여기서, Q_{LT} 와 Λ_{LT} 는 상기 복원된 장기 정보로서, Q_{LT} 는 복원된 유효한 장기 고유 벡터들을 나타내고, Λ_{LT} 는 복원된 유효한 장기 고유값들을 나타내고, Q_{ST} 와 Λ_{ST} 는 상기 복원된 단기 정보로서, Q_{ST} 는 복원된 단기 고유 벡터들을 나타내고, Λ_{ST} 는 복원된 단기 고유값들을 각각 나타낸다.)

청구항 22.

제19 항에 있어서, 상기 (a3) 단계는

(a31) 상기 (a2) 단계후에, 상기 이득값들에 상기 전용 물리 채널 신호들을 송산하고, 송산된 결과들을 상기 조정된 결과들로서 결정하고, 상기 (a4) 단계로 진행되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 23.

제22 항에 있어서, 상기 (a3) 단계는

(a32) 상기 (a31) 단계에서 송산된 결과를 스크램블/스프레드 신호열들과 송산하고, 송산된 결과들을 상기 조정된 결과들로서 결정하고, 상기 (a4) 단계로 진행되는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 24.

제19 항에 있어서, 상기 (a4) 단계는

상기 (a3) 단계후에, 상기 조정된 결과들에 상기 베이스스 벡터들을 송산하고, 송산된 결과를 상기 공간적으로 처리된 결과로서 결정하고, 상기 (a5) 단계로 진행되는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 25.

제19 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

(b1) 상기 수신 안테나에서 수신된 상기 파일럿 신호들로부터 상기 제1 특성을 측정하고, 측정된 상기 제1 특성으로부터 제2 특성을 생성하는 단계;

(b2) 상기 제2 특성으로부터 상기 장기 정보에 해당하는 유효한 장기 고유 벡터들과 유효한 장기 고유값들을 결정하는 단계;

(b3) 상기 제2 특성과 상기 장기 정보로부터 상기 단기 정보에 해당하는 단기 고유 벡터들과 단기 고유값들을 결정하는 단계; 및

(b4) 상기 (b2) 및 상기 (b3) 단계에서 결정한 상기 장기 및 상기 단기 정보들을 상기 궤환 신호로 변환하고, 변환된 상기 궤환 신호를 상기 수신 안테나를 통해 상기 기지국으로 전송하는 단계를 구비하고,

상기 제2 특성은 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 순시 상관 특성에 해당하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 26.

제25 항에 있어서, 상기 (b) 단계는

상기 수신 안테나에서 수신된 상기 공간적으로 처리된 결과로부터 상기 전용 물리 채널 신호들을 복원하는 단계를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 포함하는 이동 통신 장치.

청구항 27.

제25 항에 있어서, 상기 (b2) 단계는

(b21) 상기 (b1) 단계후에, 상기 제2 특성을 누적하고, 누적된 결과를 제3 특성으로서 결정하는 단계; 및

(b22) 상기 제3 특성으로부터 고유 분석법에 의거하여 상기 유효한 장기 고유 벡터들 및 상기 유효한 장기 고유값들을 생성하고, 상기 (b3) 단계로 진행하는 단계를 구비하고,

상기 제3 특성은 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 장기 상관 특성에 해당하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 28.

제27 항에 있어서, 상기 (b22) 단계는

상기 (b21) 단계후에, 상기 제3 특성으로부터 상기 고유 분석법에 의거하여 상기 고유 벡터들과 상기 고유값들을 생성하는 단계;

소정 임계값을 초과하는 상기 장기 고유값들의 개수를 카운팅하고, 카운팅된 결과를 유효 고유 벡터수로서 결정하는 단계; 및

상기 장기 고유 벡터들 및 상기 장기 고유값들중에서, 상기 유효 고유 벡터 수만큼의 잡음이 제거된 상기 장기 고유 벡터들과 잡음이 제거된 상기 장기 고유값들을 선택하여 상기 유효한 장기 고유 벡터들 및 상기 유효한 장기 고유값들로서 결정하고, 상기 (b3) 단계로 진행하는 단계를 구비하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

청구항 29.

제25 항에 있어서, 상기 (b3) 단계는

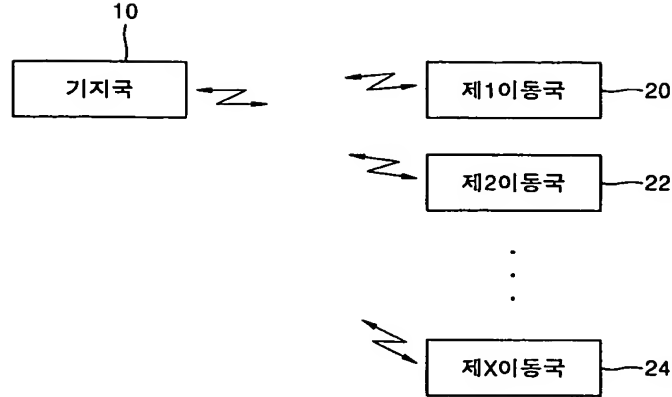
상기 (b2) 단계후에, 상기 제2 특성과 상기 장기 정보로부터 제4 특성을 생성하는 단계; 및

상기 제4 특성으로부터 고유 분석법에 의거하여 상기 단기 고유 벡터들과 상기 단기 고유값들을 생성하고, 상기 (b4) 단계로 진행하는 단계를 구비하고,

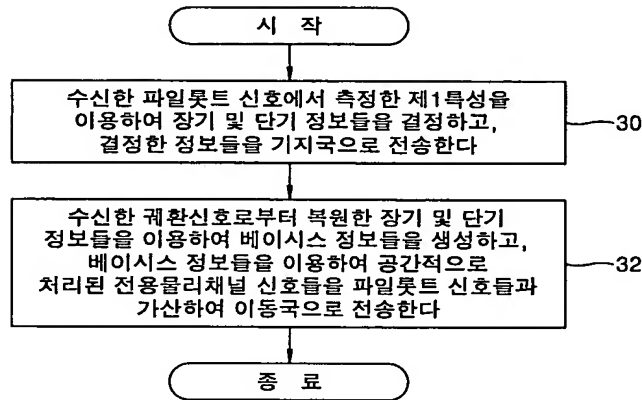
상기 제4 특성은 상기 송신 및 상기 수신 안테나별 하향 채널의 단기 상관 특성에 해당하는 것을 특징으로 하는 송/수신 다중 안테나를 이용하는 이동 통신 방법.

도면

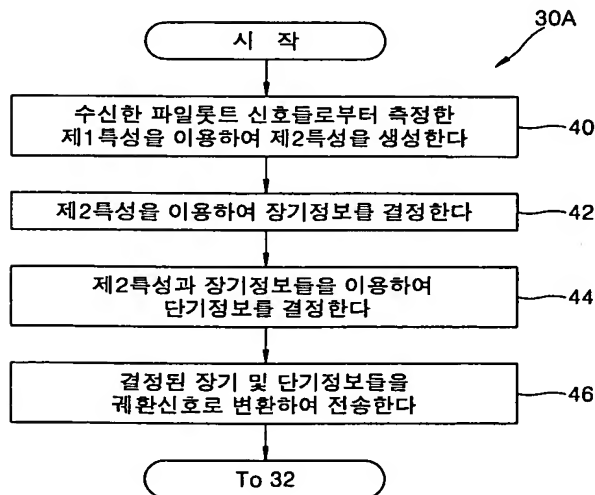
도면1



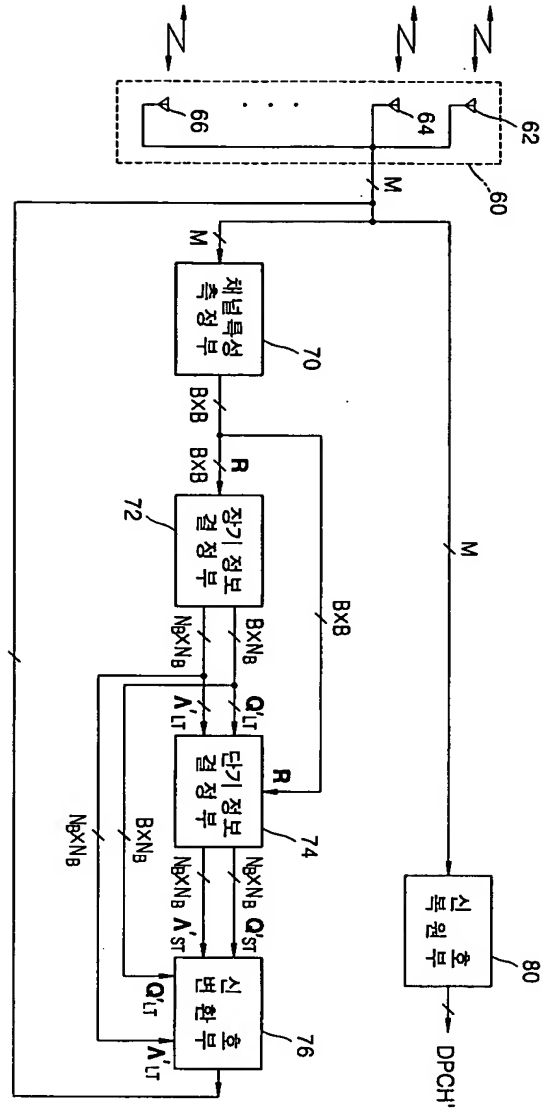
도면2



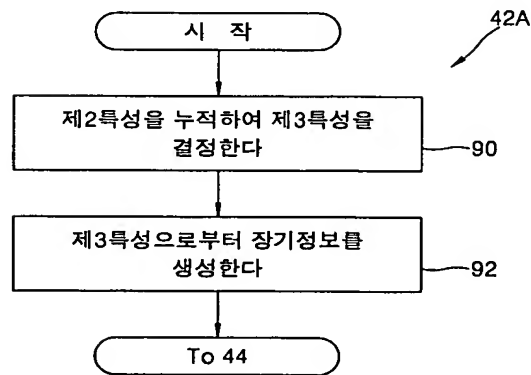
도면3



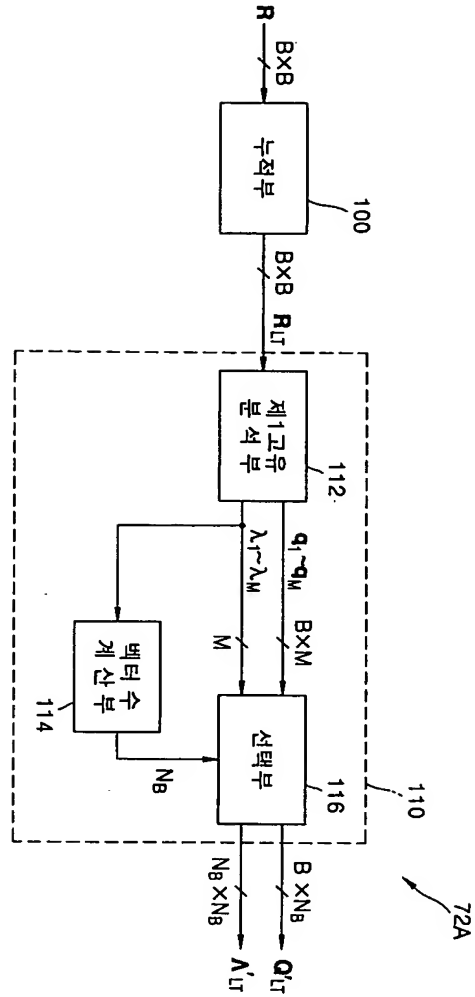
도면4



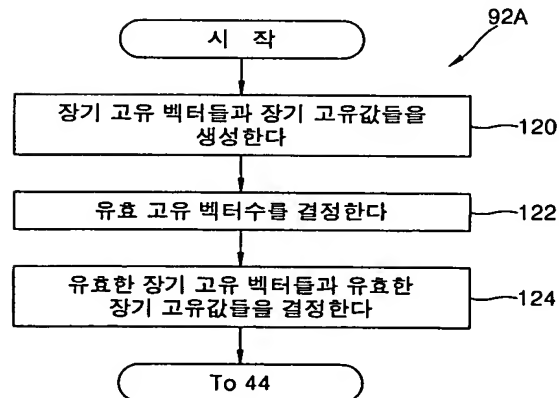
도면5



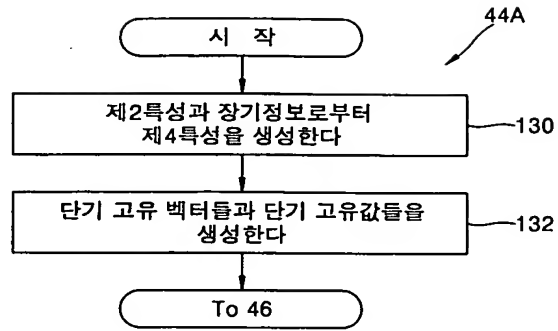
도면6



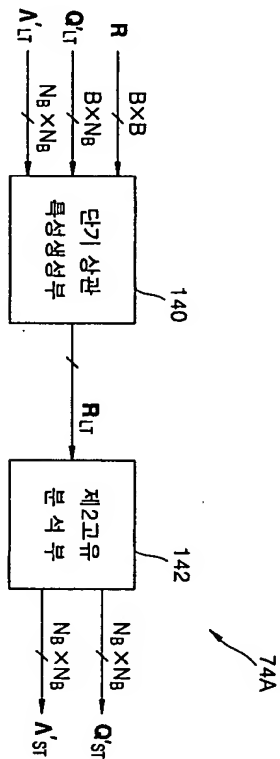
도면7



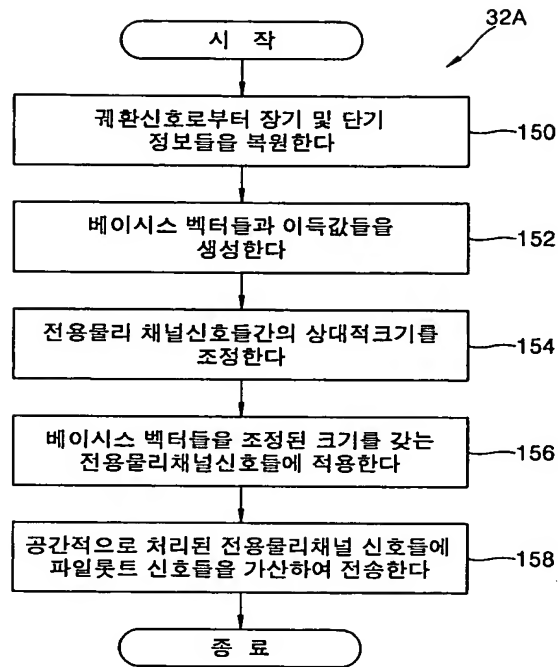
도면8



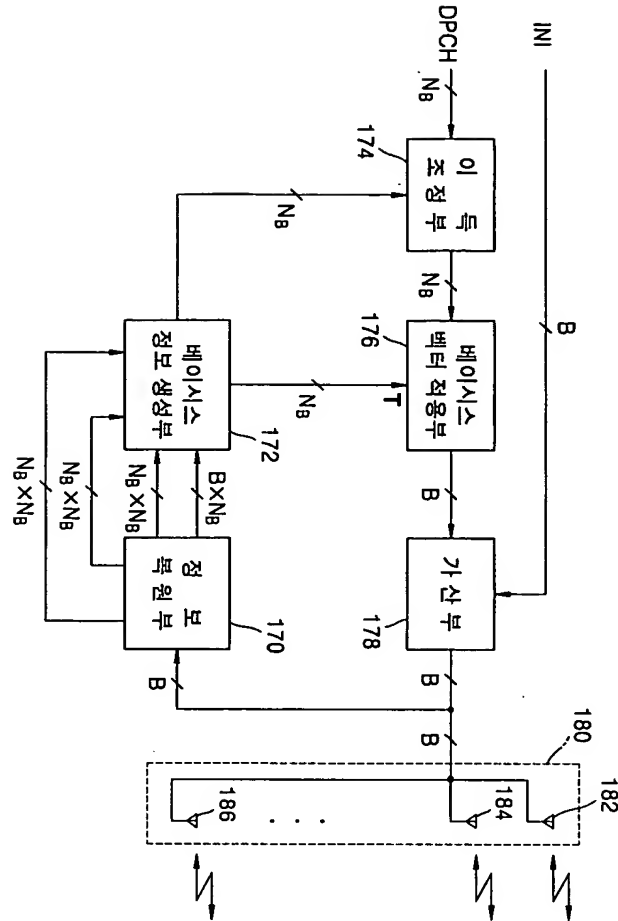
도면9



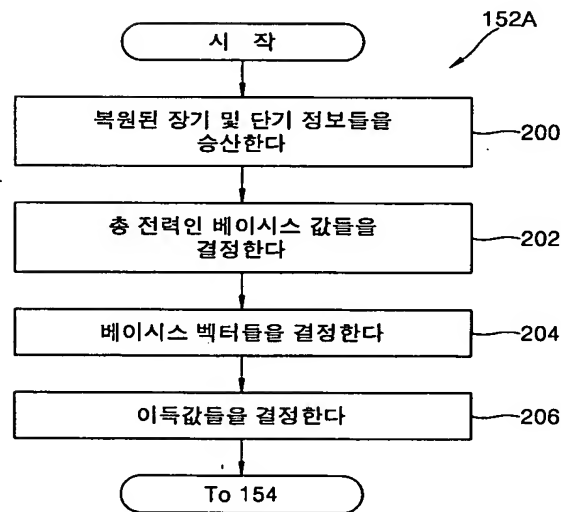
도면10



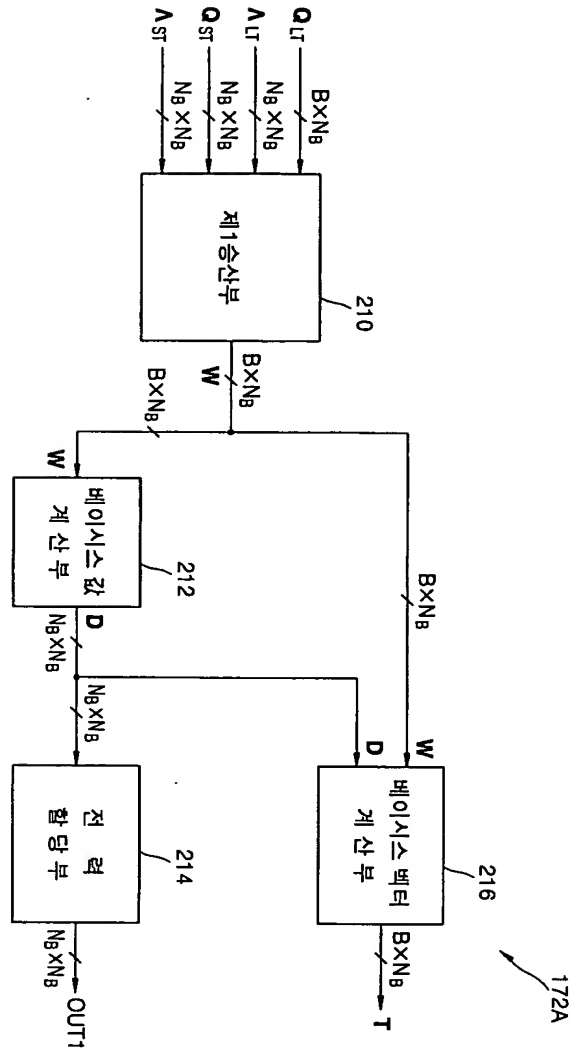
도면11



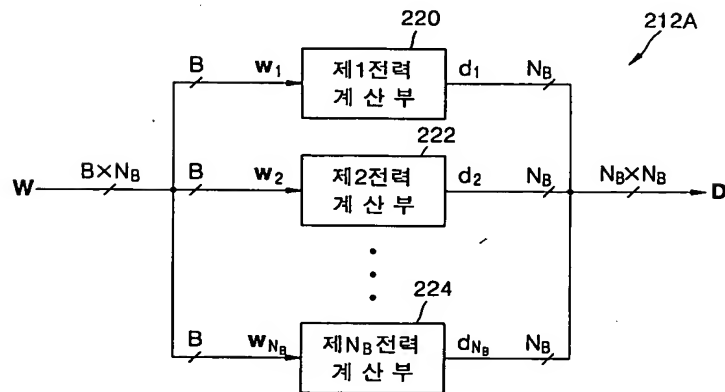
도면12



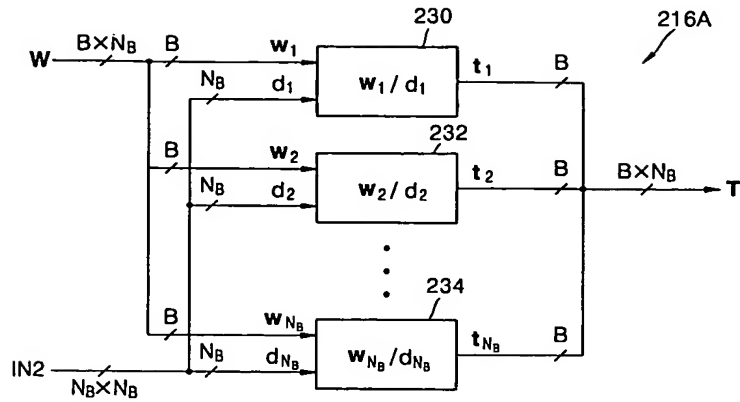
도면13



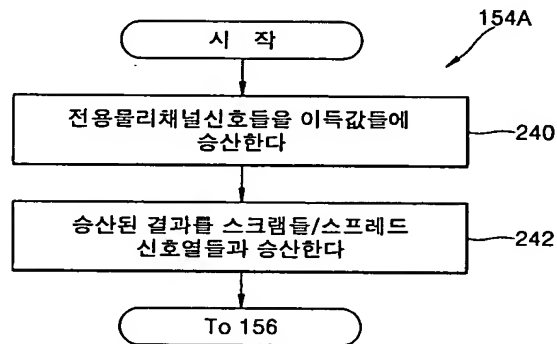
도면14



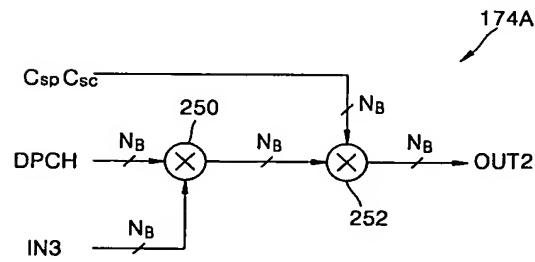
도면15



도면16



도면17



도면18

